

ALTERNATIF KAROTENOID SINTETIS (ASTAXANTIN) UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS WARNA IKAN KOKI (*Carassius auratus*)

SYNTHETIC CAROTENOID (ASTAXANTHIN) ALTERNATIVE TO IMPROVE COLOR QUALITY OF GOLDFISH (*Carassius auratus*)

Sukarman dan Rina Hirnawati

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias
Jln. Perikanan No 13 Pancoran Mas, Depok
Pos-el : carman_gbg@yahoo.com

ABSTRACT

*Any deficiency of carotenoid in goldfish's feeds can fade the color of the fish (*Carassius auratus*), especially in aquarium condition. The aim of this study was to explore other sources of carotenoid which is to replace the synthetic carotenoid already used. The fish were fed with different types of feed i.e. those without carotenoid source (A), those with synthetic astaxanthin (synthetic carotenoid) (B), Haematococcus pluvialis meal (C), and marigold petal meal (D). Lightness (L), chroma (C), hue (H), and the content of total carotenoids in the skin of fish were analyzed. The result showed that lightness was not significantly different among treatments. The best value of chroma was 35.59% (D), significantly different from those with other treatments and followed by 25.25% (B), 20.36% (C), and 19.98% (A). The highest content of total carotenoid in the skin was derived from B (59.55mg/kg), followed by D (24.79mg/kg), C (6.84mg/kg), and A (5.37mg/kg). This study suggests that marigold petal can be used as an alternative natural carotenoid source replacing synthetic carotenoid.*

Keywords: Goldfish, Carotenoid, Astaxanthin, Marigold, *Carassius auratus*

ABSTRAK

Warna ikan koki (*Carassius auratus*) dalam akuarium selalu pudar jika diberi pakan tanpa karotenoid. Tujuan penelitian ini adalah mencari pengganti karotenoid sintetis untuk meningkatkan kualitas warna benih ikan koki. Perlakuan pakan yang diujikan adalah kontrol tanpa sumber karotenoid (A), dengan karotenoid sintetis berupa astaxantin sintetis (B), dengan tepung *Haematococcus pluvialis* (C), dan dengan tepung kelopak bunga *marigold* (D). Parameter yang diujikan adalah nilai kualitas warna kulit ikan berupa L (*lightness*), C (*croma*), dan H (*hue*) serta kandungan total karotenoid pada kulit dan ekor ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai L tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antarperlakuan. Nilai *croma* berbeda nyata ($P<0,05$) dengan nilai sebagai berikut: 35,59% (D); 25,25% (B); 20,36% (C); dan 19,98% (A). Nilai *hue* perlakuan D (79,82) lebih kuning dibandingkan perlakuan C (73,48); A (72,08); dan B (71,39). Kandungan total karotenoid pada kulit perlakuan D (59,55 mg/kg) berbeda nyata ($P<0,05$) dengan perlakuan A (5,37 mg/kg); B (24,79 mg/kg); dan C (6,84 mg/kg). Tepung kelopak bunga *marigold* dapat digunakan sebagai alternatif pengganti karotenoid sintetis (astaxantin sintetis) untuk meningkatkan kualitas warna ikan koki.

Kata kunci: Ikan koki, Karotenoid, Astaxantin, *Marigold*, *Carassius auratus*

PENDAHULUAN

Warna ikan hias merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap harga jual ikan tersebut.^{1,2,3,4,5,6} Ikan koki (*Carassius auratus*) varietas oranda termasuk salah satu jenis ikan hias yang memiliki warna kuning pudar hingga merah.⁷ Ikan ini sangat populer dan mempunyai nilai jual tinggi di forum perdagangan ikan hias.⁸ Harga jual ikan koki akan optimal jika warnanya terlihat kuning dan oranye kemerahan.⁵ Akan tetapi warna ikan hias pada umumnya menjadi pudar pada saat dipelihara di dalam akuarium.^{2,5}

Warna dan pigmentasi ikan hias dipengaruhi oleh penyerapan dan timbunan karotenoid dalam tubuh.⁹ Karotenoid merupakan pigmen utama pada kulit ikan hias,^{1, 6,10} tetapi ikan tidak mampu menyintesis karotenoid.^{1,6,11,12,13,14,15} Dengan demikian kebutuhan karotenoid harus diberikan melalui pakan, terutama pada sistem pemeliharaan yang intensif.¹¹ Pemberian pakan kaya karotenoid adalah cara yang efisien untuk memperbaiki proses pigmentasi pada ikan koki.³ Terdapat lebih dari 800 jenis karotenoid yang telah diisolasi dan diidentifikasi dari berbagai tanaman dan hewan.¹⁶ Akan tetapi tidak semua sumber dan jenis karotenoid dapat diserap dan meningkatkan warna ikan, baik yang diperoleh dari bahan sintetis maupun yang bersumber dari karotenoid alami.^{17,18,19,20}

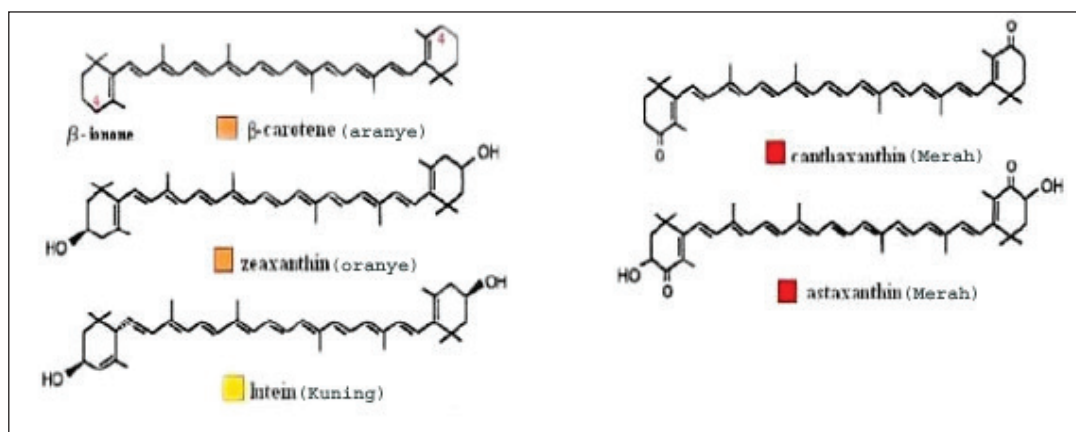
Beberapa jenis karotenoid yang terdapat pada ikan adalah astaxantin, lutein, zeaxantin, beta-karoten, dan cantaxantin.^{6,16,21} Ikan koki mampu menyerap kelima jenis karotenoid tersebut, sedangkan efektifitas dan efisiensinya tergantung dari sifat fisik dan kimia dari sumber-

nya. Struktur kimia dan warna dari beberapa jenis karotenoid dapat dilihat pada Gambar 1.

Berbagai penelitian seputar karotenoid pada ikan saat ini lebih berfokus pada sumber karotenoid alami karena karotenoid sintetis harganya mahal,⁵ yaitu berkisar antara Rp2.500.000,00 hingga Rp4.000.000,00 per kilogramnya, dan dapat meningkatkan biaya pakan sebesar 15–30%.¹² Penambahan karotenoid alami maupun sintetis dalam pakan dapat meningkatkan kualitas warna ikan hias.¹⁴

Karotenoid sintetis yang umum digunakan dalam bidang akuakultur adalah astaxantin dan cantaxantin sintetis.¹² Astaxantin alami terdapat pada udang, rebon, dan mikroalga air tawar jenis *Haematococcus pluvialis*. *Haematococcus pluvialis* dapat digunakan sebagai sumber pigmen untuk ikan hias yang berwarna kuning, merah, atau warna lain.¹⁶ Jenis karotenoid selain astaxantin yang dapat digunakan untuk meningkatkan warna ikan adalah lutein. Lutein merupakan pigmen yang dominan pada ikan air tawar dan umumnya sedikit pada ikan laut.¹⁵ Bunga *marigold* (*Tagetes erecta*) mengandung karotenoid sebesar 3890 mg/kg,²² sedangkan kelopak bunganya mengandung karotenoid sebesar 6.000–13.000 mg/kg.^{16,23,24} Kelopak bunga *marigold* telah digunakan untuk ikan sumatra²⁵ dan memperbaiki warna ikan pelati pedang.²

Tujuan penelitian ini adalah guna mencari pengganti karotenoid sintetis untuk meningkatkan kualitas warna benih ikan koki (*Carassius auratus*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk meningkatkan nilai jual ikan koki.



Gambar 1. Struktur dan Warna dari Beberapa Jenis Karotenoid

METODOLOGI PENELITIAN

Sumber Karotenoid, Formulasi Pakan, dan Pakan

Astaxantin sintetis diperoleh dari PT Trouw Nutrition International (10%). Tepung *Haematococcus pluvialis* diperoleh dari Cyanotech Corporation, sedangkan tepung kelopak bunga *marigold* (*Tagetes erecta*) diproduksi sendiri di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPBIH), Depok. Proses pembuatan tepung bunga *marigold* menggunakan metode Sukarman dan Chumaidi,²³ dengan sedikit modifikasi. Bunga yang sudah mekar (sekitar 1 minggu) kemudian dipanen dan dipisahkan kelopaknya. Kelopak bunga dikeringkan dengan uap panas (40–60°C) dalam boks tertutup yang terlindungi dari sinar matahari, kemudian diblender hingga halus.

Pakan dibuat sendiri secara manual dalam bentuk *pellet* (Ø: 1 mm, panjang: 3 mm) dengan menggunakan mesin *pellet* mini, setelah itu dikeringkan dengan uap panas (40–60°C) dalam boks tanpa terkena sinar matahari agar karotenoid tidak rusak. Komposisi bahan pakan didasarkan atas formulasi yang disajikan pada Tabel 1. Komposisi lemak dan protein pakan dalam formulasi mengacu pada saran Betty,²⁶ yaitu 30–40% dan 5–10%. Pakan yang sudah kering disimpan pada suhu kamar (22–25°C) dan dihindarkan dari sinar matahari.

Pemeliharaan Ikan Uji

Benih ikan koki diperoleh dari induk yang sama, berukuran 2,5–3,0 cm (umur 2,5 bulan), berwarna seragam, dan tidak cacat. Sebanyak 132 ekor dibagi dalam 12 akuarium (sebelas ekor per akuarium) berukuran 50 x 40 x 30 cm, dengan ketinggian air 15 cm. Perlakuan dalam penelitian ini, yaitu kontrol tanpa sumber karotenoid (A), menggunakan karotenoid sintetis berupa astaxantin sintetis (B), menggunakan tepung *Haematococcus pluvialis* (C), dan menggunakan tepung kelopak bunga *marigold* (D). Masing-masing perlakuan menggunakan tiga akuarium (ulangan). Uji pakan dilakukan selama 35 hari, sejak bulan Juli hingga Agustus 2012. Penelitian ini menggunakan sistem air stagnan dengan menambahkan aerator untuk menstabilkan kadar oksigen terlarut. Pakan diberikan dua kali sehari sebanyak 5% dari berat biomassa. Sisa pakan dan feses disifon setiap hari untuk menjaga kestabilan kualitas air. Kualitas air dan performa ikan (berat badan, panjang, dan kelangsungan hidup) diukur sebagai data skunder. Pengamatan kualitas air dilakukan setiap dua minggu sekali berupa oksigen terlarut (*dissolved oxygen* = DO), suhu, nitrat, nitrit, amonia, pH, dan kesadahan. Pengukuran berat badan dan panjang total dilakukan setiap minggu sebagai data penunjang.

Tabel 1. Formulasi Pakan

Nama Bahan	Pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D
Tepung ikan (%)	30,02	30,22	29,91	30,62
Bungkil kedele (%)	35	35	35	35
Terigu (%)	5	5	5	5
Pollard (%)	22,23	22,04	21,41	19,30
Premix /vitamin+mineral+CMC (%)	3	3	3	3
Sumber Karotenoid :				
Astaxantin Sintetis 10% (%)	-	0,15	-	-
Kelopak Bunga Marigold (%)	-	-	-	2,32
<i>Haematococcus pluvialis</i> (%)	-	-	1	-
Komposisi nutrient				
DE (Kcal/kg)	1925	1922	1904	1900
Protein Kasar (%)	35	35	35	35
Lemak (%)	10	10	10	10
Total Karotenoid (mg/kg)	0	150	150	150

Analisis Proksimat

Komposisi kimia pakan dianalisis menggunakan prosedur sebagai berikut: kadar kering bahan diperoleh setelah bahan dipanaskan dalam oven 105°C selama 24 jam, kadar abu diperoleh setelah bahan dibakar dalam suhu 550°C selama 12 jam, protein kasar (N x 6,25) diperoleh menggunakan *kjedahl* dan analisis lemak menggunakan *soxhlet*.²⁷

Analisis Warna dan Total Karotenoid

Warna kulit ikan dinilai secara visual dan menggunakan kolorimeter (Minolta Chroma Meter CR-400), yang telah dikalibrasi terhadap warna putih, dan dilakukan setiap minggu selama lima minggu. Nilai warna yang dihasilkan disajikan dalam sistem warna L*C*H* (*lightness*, *croma*, dan *hue*). Penilaian warna dilakukan pada badan ikan bagian atas. *Lightness* (L) diartikan sebagai tingkat kecerahan warna, yaitu semakin putih nilainya semakin tinggi dan sebaliknya semakin hitam semakin rendah nilainya, dengan kisaran nilai 0–100%. *Croma* (C) diartikan sebagai tingkat kemurnian warna atau kepekatan warna, yang disebut juga *saturation*, dengan kisaran nilai 0–100%, sedangkan *hue* (H) diartikan sebagai jenis warna dengan kisaran nilai 0–360 derajat.

Total karotenoid kulit ikan dianalisis menggunakan metode Lorenz,²⁸ dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 40–50 mg sampel dimasukkan ke dalam gelas volumetrik berukuran 100 ml, ditambahkan acetone 25 ml, kemudian dihomogenkan hingga larut sempurna. Ditambahkan *acetone* sampai volume gelas mencapai 100 ml, lalu diaduk selama beberapa menit hingga merata. Larutan diambil 1 ml, lalu diencerkan dengan *acetone* 6 ml. Larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 380, 450, 475, dan 500 nm.

Total karotenoid dalam persen kemudian di konversi ke dalam satuan mg/kg.

Perhitungan:

$$\text{Total Karotenoid (\%)} = \frac{\text{abs maks.}}{250} \times \frac{100 \text{ ml aseton} \times \text{pengenceran} \times 100}{\text{berat sampel (mg)}}$$

Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk rata-rata ± simpangan baku, dianalisis secara statistik dengan metode *ANOVA*—*one way* menggunakan bantuan *software* JMP-7. Hasil yang menunjukkan perbedaan yang nyata diuji lanjut menggunakan uji-Tukey pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor lingkungan memengaruhi perubahan warna dan nafsu makan ikan-ikan yang dipelihara.²⁹ Lingkungan hidup ikan adalah air sehingga kualitas air perlu diperhatikan. Data kualitas air selama penelitian disajikan dalam Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa suhu, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), kandungan amonia, dan kandungan nitrit relatif sama dan tidak menunjukkan adanya perbedaan antar-perlakuan. Dengan demikian pengaruhnya sama terhadap proses pigmentasi. Bahkan perbedaan suhu dan salinitas dilaporkan tidak berpengaruh terhadap proses pigmentasi pada ikan salmon dan beberapa spesies lainnya.¹²

Data rata-rata berat ikan, panjang, dan sintasan untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasar Tabel 3 berat badan, panjang ikan, dan sintasan koki pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian penambahan karotenoid pada ikan pelangi. Ikan pelangi merah yang diberi pakan dengan kandungan karotenoid berbeda dari 0–120 mg/kg pakan, secara statistik menghasilkan berat badan yang sama.²⁹ Sementara itu, penambahan karotenoid pada pakan ikan salmon menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan tanpa karotenoid.^{30,31} Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pemberian karotenoid terhadap berat badan berbeda-beda pada setiap spesies ikan.

Tabel 2. Kisaran Kualitas Air Media Pemeliharaan Selama Penelitian

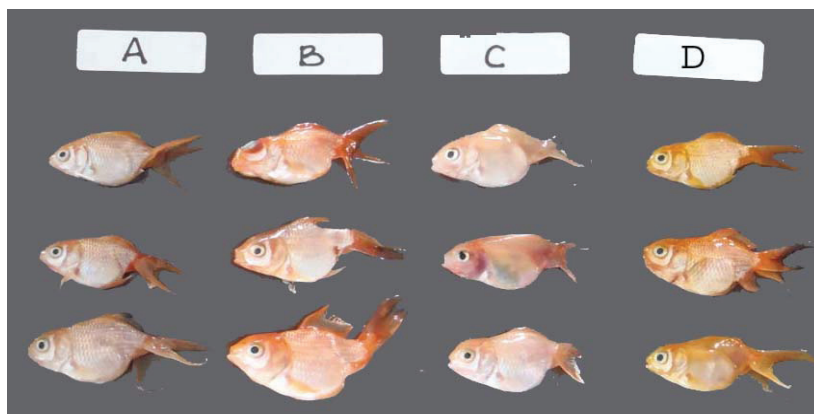
Parameter	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D
Suhu (°C)	25,32–27,16	25,44–27,30	25,00–27,50	25,33–27,20
DO (mg/L)	7,50–8,50	7,44–8,33	7,26–8,60	7,50–8,23
pH	7,80–8,50	7,98–8,22	7,77–8,44	7,67–8,21
N-Amonia (mg/L)	0,039–0,105	0,042–0,098	0,038–0,099	0,035–0,097
N-Nitrit (mg/L)	< 0,001–0,003	< 0,001–0,004	<0,001–0,003	<0,001–0,003

Tabel 3. Data Berat Ikan (g), Panjang Ikan (cm), dan Sintasan (%) pada Akhir Penelitian

Perlakuan	A	B	C	D
Berat awal (g)	1,55 ± 0,52	1,72 ± 0,54	1,56 ± 0,60	1,42 ± 0,42
Berat akhir (g)	2,91 ± 0,89	3,19 ± 1,34	2,89 ± 1,69	2,71 ± 0,69
Pertambahan berat relatif /Wg (%)	87,7	85,4	85,2	90,8
Panjang awal (cm)	4,00 ± 0,51	4,37 ± 0,47	4,07 ± 0,51	3,95 ± 0,45
Panjang akhir (cm)	4,91 ± 0,51	5,13 ± 0,49	4,84 ± 0,55	4,91 ± 0,48
Tingkat kelangsungan hidup (%)	96,6	100	93,9	100

Keterangan : Wg = 100 (W akhir-W awal)/W awal.30

Wg = pertambahan berat relatif (%)

**Gambar 2.** Warna Ikan pada Akhir Penelitian

Pemberian karotenoid berupa astaxantin sintetis (B) dan tepung kelopak bunga *marigold* (D) pada pakan meningkatkan kualitas warna dibandingkan dengan kontrol (A). Akan tetapi penambahan karotenoid dari tepung *Haematococcus pluvialis* (C) tidak meningkatkan kualitas warna ikan koki. Hal tersebut terlihat pada Gambar 2.

Salah satu penyebab perbedaan warna ikan dari hasil penelitian ini adalah karena perbedaan struktur dan stabilitas karotenoid dari masing-masing bahan. Astaxantin sintetis umumnya ada dua model yaitu *xanthophyll* yang tidak

terikat dengan lemak (1) dan *xanthophyll* yang teresterifikasi dengan perbandingan 1:2:1 dari tiga bentuk isomer astaxantin (2). Tiga bentuk isomer astaxantin yang dimaksud adalah 3S, 3'S; 3R, 3'S; 3R, 3'R.⁹ Astaxantin sintetis dalam bentuk bebas lebih banyak tersimpan dalam daging, serum darah, dan jaringan organ dalam, sedangkan astaxantin yang terikat dengan lemak (teresterifikasi) lebih banyak disimpan dalam kulit.³² Kandungan astaxantin dalam *Haematococcus pluvialis* lebih dari 70% dalam teresterifikasi, tetapi penyerapannya terganggu oleh adanya dinding sel yang tebal. Berbeda dengan tepung kelopak bunga *marigold*,

sebagian jenis karotenoid di dalamnya adalah lutein.²³ Lutein merupakan pigmen yang paling dominan pada air tawar.¹⁵ Secara visual terlihat bahwa perlakuan B memperbaiki warna merah, sedangkan perlakuan C memperbaiki warna kuning.

Nilai *lightness* (L) hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P>0,05$) antar-perlakuan. Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan karotenoid dari berbagai sumber dengan dosis 150 mg/kg tidak mampu menurunkan nilai L. Semakin kecil nilai L menunjukkan semakin gelap warna suatu benda sesuai dengan warna dasarnya. Menurut Guillaume dkk.¹² pada saat konsentrasi karotenoid *cantaxantin* meningkat maka nilai L menurun. Nilai L dari yang terkecil berturut-turut D, C, A, dan B. Nilai *lightness* (L) juga menggambarkan kondisi fisik dari daging ikan.

Rata-rata nilai L, C, H, dan *delta* dari masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Nilai *hue* (H) pada Tabel 4 merupakan refleksi dari struktur dan warna karotenoid.¹² *Hue* menunjukkan perubahan warna dari merah, kuning, biru, dan ungu hingga merah kembali dalam sistem warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *hue* dari semua perlakuan tidak berbeda nyata ($P>0,05$), yaitu pada kisaran 70–80 derajat. Nilai 0–90 derajat menunjukkan pergerakan warna merah menuju oranye hingga kuning. Pemberian astaxantin sintetis (B) menghasilkan nilai *hue* setara dengan penambahan *Haematococcus pluvialis* (C) dan kontrol (A). Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis karotenoid yang tersimpan di dalam kulit hasil perlakuan A, B, dan C adalah sama,

berupa astaxantin. Astaxantin merupakan warna dasar yang diserap dan disimpan sebagai warna merah yang dimiliki oleh ikan koki,³³ sedangkan pemberian tepung kelopak bunga *marigold* menghasilkan penambahan nilai *hue* yang lebih tinggi yaitu 9,5 derajat, yang berarti warnanya lebih kuning dibandingkan perlakuan lainnya. Sebagian besar karotenoid dalam tepung bunga *marigold* adalah lutein. Menurut Kusmiati dkk.³³ lutein merupakan karotenoid alami berbentuk kristal padat berwarna kuning.

Warna kuning yang dihasilkan dari penambahan tepung bunga *marigold* dalam pakan tidak mencapai maksimal yaitu pada level *hue* 90 derajat. Hal tersebut menunjukkan bahwa lutein dari *marigold* dikonversi menjadi astaxantin dalam jaringan tubuh ikan koki. Ikan koki termasuk dalam kelompok ikan yang mampu mengonversi lutein dan zeaxantin menjadi astaxantin sesuai jenis astaxantin yang terdapat dalam tubuhnya.¹⁵ Akan tetapi astaxantin-nya lebih banyak disimpan sebagai lutein. Kemampuan ikan koki dalam mengonversi lutein menjadi astaxantin sangat rendah.¹⁷

Hal terpenting dalam sistem warna kaitannya dengan karotenoid dalam tubuh ikan adalah nilai *croma*. Nilai *croma* mengindikasikan adanya penumpukan karotenoid dalam sel pigmen (*chromatophore*) dan penambahan konsentrasi karotenoid dalam daging atau kulit.¹² Karotenoid terdapat pada kulit dan gonad ikan yang telah matang gonad.³² Warna-warni pada ikan disebabkan oleh adanya sel pigmen yang disebut *chromatophore*.³⁵ *Chromatophore* mengandung pigmen melamin, pteridin, purines, dan karotenoid.³⁶ Hasil penelitian menunjukkan nilai *croma* (C) kulit ikan koki berbeda nyata ($P<0,05$)

Tabel 4. Nilai L (%), C (%), dan H (derajat) pada Awal dan Akhir Penelitian

Perlakuan	L (%)			C (%)			H (derajat)		
	Awal	Akhir	Δ	Awal	Akhir	Δ	Awal	Akhir	Δ
A	59,64 ± 12,25	66,07 ± 11,08	6,43	15,16 ± 4,4	19,98 ± 4,10 ^c	4,82	73,14 ± 20,99	72,08 ± 18,57	-1,16
B	62,31 ± 13,35	66,37 ± 13,15	4,06	17,17 ± 3,35	25,25 ± 6,07 ^b	8,08	72,94 ± 18,16	71,39 ± 15,96	-1,55
C	62,24 ± 11,63	65,38 ± 12,12	3,14	16,47 ± 2,7	20,36 ± 4,06 ^c	3,89	74,94 ± 18,16	73,48 ± 8,97	-1,46
D	58,10 ± 10,94	61,94 ± 12,74	3,84	15,64 ± 3,27	35,59 ± 10,32 ^a	19,95	70,32 ± 18,37	79,82 ± 9,79	9,5

Keterangan : Huruf *superscript* berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$)
A= kontrol , B = astaxantin sintetis, C= *Haematococcus pluvialis*, D = tepung kelopak bunga *marigold*

antar perlakuan. Nilai *croma* terbaik diperoleh dari perlakuan pemberian tepung kelopak bunga *marigold* (D) diikuti B, C, dan A. Penambahan nilai *croma* pada perlakuan D sebanyak dua kali lipat B dan lima kali lipat perlakuan A dan C.

Peningkatan warna *croma* tidak serta merta karena kandungan dan struktur karotenoid dalam pakan saja, tetapi dipengaruhi oleh kandungan zat lain yang berpengaruh terhadap penyerapan karotenoid dan lemak. Hal tersebut terlihat pada perlakuan penambahan *Haematococcus pluvialis* (C) yang hanya mampu meningkatkan nilai *croma* sebesar 3,89%; setara dengan kontrol (A). *Haematococcus pluvialis* mengandung astaxantin yang sebagian besar teresterifikasi sejenis dengan astaxantin sintetis (B). Akan tetapi, penambahan nilai *croma* pada perlakuan C hanya berkisar 50% dari perlakuan B. Hal tersebut disebabkan adanya dinding sel tebal dalam *Haematococcus pluvialis* sehingga bahan ini tidak efektif untuk meningkatkan warna ikan koi dan koki.⁹ Dinding sel yang tebal menghambat penyerapan lemak sehingga karotenoid semakin sulit untuk terserap. Menurut Guillaume dkk.¹² meningkatnya kandungan dan penyerapan lemak pakan mengakibatkan proses pigmentasi menjadi lebih baik.

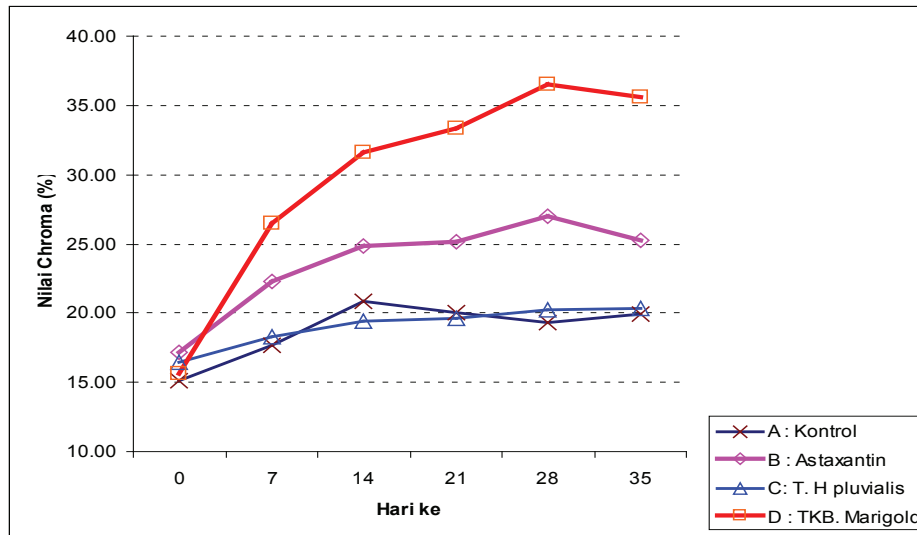
Tabel 4 juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penambahan nilai *hue* (H) dan penambahan nilai *croma* (C) dengan jenis dan sumber karotenoid. Penambahan astaxantin sintetis (B) lebih mampu mempertahankan nilai *hue* setara dengan nilai *hue* pada awal penelitian, itu artinya penambahan astaxantin sintetis (B) mampu mempertahankan jenis warna merah. Adapun penambahan tepung kelopak bunga *marigold* justru mengubah warna merah menjadi kuning dengan indikasi meningkatnya nilai *hue*. Hasil tersebut memperkuat pendapat Guillaume dkk.¹² bahwa nilai *hue* mencerminkan jenis dan struktur karotenoid yang tersimpan dalam jaringan tubuh. Akan tetapi sebaliknya kepekatan warna merah pada perlakuan B tidak banyak bertambah dibandingkan dengan kepekatan warna kuning yang dihasilkan oleh perlakuan D. Berdasarkan kedua hal tersebut bisa dikatakan bahwa penambahan tepung kelopak bunga *marigold* pada ikan koki meningkatkan kualitas warna kuning, tetapi tidak meningkatkan kualitas warna merah. Hasil

ini relevan dengan pengamatan secara visual (Gambar 2).

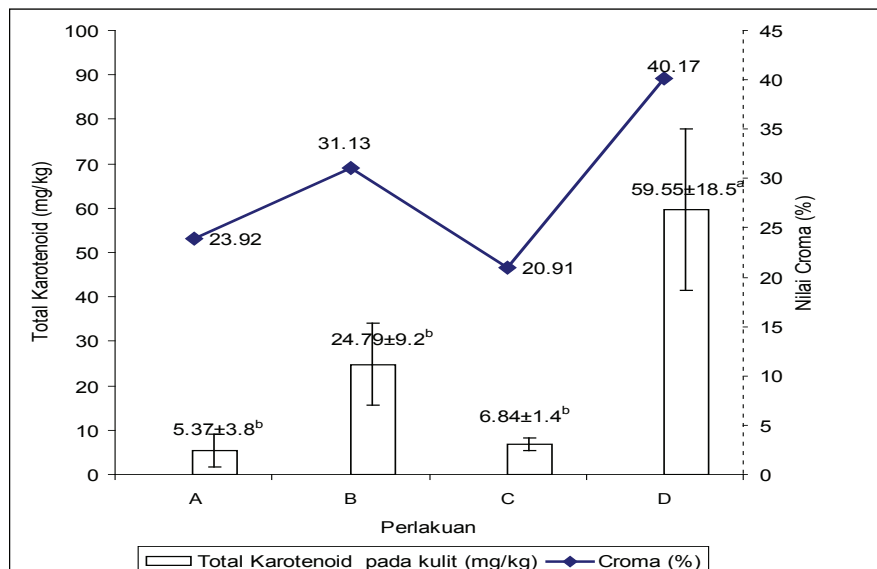
Waktu yang dibutuhkan dalam proses peningkatan nilai *croma* (kepekatan warna) kulit ikan koki untuk setiap sumber karotenoid berbeda-beda. Penggunaan tepung kelopak bunga *marigold* (D) memiliki waktu lima kali lebih cepat dibandingkan penggunaan astaxantin sintetis (B). Hal tersebut berhubungan dengan metabolisme dan konversi karotenoid yang diberikan dalam pakan menjadi jenis karotenoid dalam kulit. Lutein pada bunga *marigold* merupakan pigmen yang umumnya terdapat pada ikan air tawar,¹⁵ dan banyak digunakan untuk ikan hias air tawar dan beberapa jenis ikan laut.¹⁶ Oleh karena itu, pigmen dari bunga *marigold* tidak memerlukan waktu yang lama untuk tersimpan dalam kulit ikan koki. Hubungan antara waktu terhadap peningkatan nilai *croma* dengan penambahan sumber karotenoid dapat dilihat pada Gambar 3.

Pembuktian pendapat Guillaume dkk.¹² bahwa nilai *croma* merupakan refleksi dari konsentrasi karotenoid pada jaringan tubuh adalah dengan menganalisis kedua parameter tersebut pada obyek yang sama. Hasil analisis total karotenoid dan hubungannya dengan nilai *croma* disajikan dalam Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa terdapat hubungan antara pemberian karotenoid dengan nilai *croma* dan total karotenoid pada kulit ikan koki. Pemberian astaxantin sintetis 150 mg/kg meningkatkan total karotenoid kulit ikan koki sebesar 4–5 kali lipat pakan kontrol (A) dan pemberian tepung *Haematococcus pluvialis* (C). Adapun pemberian tepung kelopak bunga *marigold* meningkatkan total karotenoid dua kali lipat pemberian astaxantin sintetis. Kandungan total karotenoid perlakuan D paling tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan A, B dan C. Hasil tersebut bertentangan dengan laporan Gouveia,³ yang menyatakan bahwa pemberian astaxantin sintetis menghasilkan konsentrasi karotenoid tertinggi. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan jenis produk astaxantin sintetis yang digunakan. Rendahnya total karotenoid pada perlakuan B dibandingkan dengan perlakuan D disebabkan pencernaan karotenoid sintetis sangat beragam. Rata-rata astaxantin sintetis mempunyai pencernaan 10–60%.¹² Faktor lainnya



Gambar 3. Hubungan Antara Waktu terhadap Peningkatan Nilai Croma pada Penambahan Sumber Karotenoid yang Berbeda



Gambar 4. Hasil Analisis Total Karotenoid dan Hubungannya dengan Nilai *Croma*

adalah komposisi jenis karotenoid pada ikan koi itu sendiri. Menurut Ohkubo dkk.¹⁹ terdapat 1,65 mg/100 gram total karotenoid dari berat badan ikan koi, 40,5% adalah lutein, 38,9% astaxantin, dan sisanya berupa karotenoid lain.

Semakin tinggi total karotenoid, semakin tinggi pula nilai *croma* yang dihasilkan, namun hubungan antara keduanya tidak bersifat linier. Pada saat total karotenoid berkisar antara 0–10 mg/kg (A dan C) nilai *croma* mencapai 4–5 kali lipat. Pada saat total karotenoid 20–30 mg/kg nilai *croma* hanya sekitar 1,5 kali lipat dan

semakin menurun pada saat total karotenoid mencapai 50–60 mg/kg, yaitu hanya 0,9 kali lipat. Belum banyak informasi ilmiah tentang hal ini. Beberapa dugaan sementara adalah lantaran keduanya dinyatakan dalam satuan unit yang berbeda, adanya konversi jenis karotenoid dari satu bentuk ke bentuk lainnya sesuai dengan kode genetik ikannya sehingga total karotenoid tidak hanya meningkatkan nilai *croma* tetapi mengubah nilai *hue* juga, dan jenis karotenoid yang dikonsumsi.

Tabel 4 juga memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi karotenoid pada kulit hanya bisa diperoleh dengan penambahan karotenoid melalui pakan. Hal tersebut sesuai dengan beberapa literatur yang menyatakan bahwa ikan tidak mampu mensintesis *de-novo* karotenoid.^{1,6,10,11,12,13,14,15} Oleh karena itu, Chapman dkk.^{37,38} merekomendasikan penambahan sumber karotenoid baik sintetis maupun alami dalam pakan dengan kisaran dosis 0,04–2% dari total pakan.

Keseluruhan parameter warna kualitas warna (L, C, H, dan total karotenoid) memperlihatkan keterkaitan antara ketiganya dan dengan warna ikan secara visual. Nilai L berkaitan dengan total karotenoid dan nilai *croma*, sedangkan nilai H berkaitan dengan sumber karotenoid yang diberikan. Hasil secara keseluruhannya menunjukkan bahwa penggunaan tepung bunga *marigold* (D) mampu menggantikan astaxantin sintetis (B) untuk meningkatkan kualitas warna ikan koki. Penggunaan *Haematococcus pluvialis* tidak efektif untuk meningkatkan kualitas warna ikan koki.

KESIMPULAN

Tepung kelopak bunga *marigold* dapat digunakan sebagai alternatif pengganti karotenoid sintetis (astaxantin sintetis) untuk meningkatkan kualitas warna ikan koki yaitu dengan nilai *croma* 35,59% dan total karotenoid pada kulit sebesar 59,55 mg/kg. Sementara itu tepung *Haematococcus pluvialis* tidak dapat digunakan untuk menggantikan karotenoid sintetis. Penggunaan tepung kelopak bunga *marigold* menghasilkan warna yang lebih kuning dibandingkan karotenoid sintetis dengan nilai *hue* sebesar 79,82 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

¹Ahilan, B., K. Jegan, N. Felix, and K. Raveneswaran. 2008. Influence of botanical additives on the growth and coloration of adult goldfish. *Tamil Nadu Journal Veterinary and Animal Science* 4(4): 129–134.

²Ezhil, J., C. Jeyanthi, and M. Narayanan. 2008. Marigold as a carotenoid source on pigmentation and growth of red swordtail, *Xiphophorus helleri*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 99–102.

³Gouveia, L., and P. Rema. 2005. Effect of micro algal biomass concentration and temperature on ornamental goldfish (*Carassius auratus*) skin pigmentation. *Aquaculture Nutrition* 11: 19–23.

⁴Mandal, B., M. Mukherjee, and S. Banerjee. 2010. Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy, *Poecilia reticulata* fed with commercially available feeds. *Agricultural Biological Journal of North America* 1(6): 1264–1267.

⁵Yanar, M., Z. Erçen, A. ö. Hunt, and H. M. Büyükcıpar. 2008. The use of alfalfa as a natural carotenoid source in diets of goldfish, *Carassius auratus*. *Aquaculture* 284: 196–200.

⁶Yuangsoi, B., O. Jintasataporn, P. Tabthipwong, and C. Kamel. 2010. Utilization of carotenoids in fancy carp (*Cyprinus carpio*): astaxanthin, lutein and β -carotene. *World Applied Science Journal* 11(5): 590–598.

⁷Wallat, G. K., A. M. Lazur, and F. A. Chapman. 2005. Carotenoids of different types and concentration in commercial formulated fish diets effect color and its development in the skin of red oranda variety of goldfish. *North American Journal of Aquaculture* 67: 42–51.

⁸Lee, J. S., and M. E. Newman. 1997. *Aquaculture*. 2nd Edition. Illinois: Interstate Publisher, Inc. pp. 393–432.

⁹Shiang, T, P. 2006. Skin colour changes in ornamental koi (*Cyprinus carpio*) fed with different dietary carotenoid source. *Master Thesis*. University of Malaysia.

¹⁰Sinha, A., and O. A. Asimi. 2007. China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). *Aquaculture Research* 38: 1123–1128.

¹¹Gouveia, L., P. Rema, O. Pereira, and J. Empis. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with micro-algal biomass. *Aquaculture Nutrition* 9: 123–129.

¹²Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot, and R. Métailler. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustacean*. Chichester: Praxis Publishing, Ltd. 408 p.

¹³Jintasataporn, O., and B. Yuangsoi. 2012. Stability of carotenoid diets during feed processing and under different storage conditions. *Molecules* 17(5): 5651–5660.

¹⁴Sujath, B. J. S., J. J. Shalin, and A. Palavesam. 2011. “Influence of four ornamental flowers on the growth and colouration of orange swordtail chichlid fish (*Xiphophorus helleri*, Heckel, 1940)”. *International Journal Biology Medicine Resource* 2(3): 621–626.

- ¹⁵Simpson, K. L., T. Katayama, and C. O. Chichester. 1981. Carotenoid in fish feeds. Dalam Bauernfeind, J. C. (Ed.). *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors*. New York: Academic Press Inc. pp. 463–538.
- ¹⁶Gupta, S. K., A. K. Jha, A. K. Pal, and G. Venkateshwarlu. 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fish. *Natural Product Radiance* 6(1): 46–49.
- ¹⁷Hata, M., and M. Hata. 1971. Carotenoid pigments in goldfish – IV: carotenoid metabolism. *Japan Society Science Fish* 38: 331–338.
- ¹⁸Matsuno, T., H. Matsutaka, and S. Nagata. 1981. Metabolism of lutein and zeaxanthin to ketocarotenoids in goldfish, *Carassius auratus*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 47: 605–611.
- ¹⁹Ohkubo, M., M. Tsushima, T. Maoka, and T. Matsuno. 1999. Carotenoid and their metabolism in the goldfish *Carassius auratus* (hibuma). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 124: 333–340.
- ²⁰Paripatananont, T., J. Tangtrongpaioj, A. Sailasuta, and N. Chansue. 1999. Effect of astaxanthin on the colouring of goldfish, *Carassius auratus*. *Journal World Aquaculture Society* 30: 454–460.
- ²¹Matsuno, T. 2001. Aquatic animal carotenoids. *Fish Science* 67: 107–1783.
- ²²Yanar, Y., H. Büyükçapar, M. Yanar, and M. Göcer. 2007. Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties, and fatty acid composition of rainbow trout. *Food Chemistry* 100(1): 326–330.
- ²³Sukarman dan Chumaidi. 2010. Bunga tai kotok (*Tagetas* sp.) sebagai sumber karotenoid pada ikan hias. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Buku I*. Jakarta: Pusat Riset Perikanan Budi daya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budi daya. 803–807 hlm.
- ²⁴Hertrampf, J. W., and F. Piedad-Pascual. 2000. *Handbook on ingredients for aquaculture feeds*. Boston: Kluwer Academic Publisher. 573 p.
- ²⁵Boonyaratpalin, M., and R. T. Lovell. 1977. Diet preparation for aquarium fishes. *Aquaculture* 12: 53–62.
- ²⁶Betty. 2009. *Goldfish nutrition part 2: food and nutrition*. <http://www.thegap.org/goldfish-nutrition-part-2-food-and-nutrition.html/>, diakses 10 Juli 2012.
- ²⁷AOAC. 1980. *Official methods of analysis* 13rd Ed. Washington, D. C.: AOAC. 1108 p.
- ²⁸Lorenz, R. T. 2001. HPLC and spectrophotometric analysis of carotenoids from *Haematococcus pluvialis* algae oleoresin. *BioAstin/ Naturose™ Technical Bulletin # 20*. Cyanotech Corporation. 9 p.
- ²⁹Sulawesty, F. 1997. Perbaikan penampilan warna ikan pelangi merah (*Glassolepis incisus*) jantan dengan menggunakan karotenoid total dari rebon”. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia* 5(1): 23–29.
- ³⁰Sommer, T. R., F. M. L. D’Souza, and N. M. Morrissey. 1992. Pigmentation of adult rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Aquaculture* 106: 63–74.
- ³¹Bjerkeng, B., T. Stotrebakken, and S. Liaaen. 1992. Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. *Aquaculture* 108: 333–346.
- ³²Torrisen, O. J., and R. Christiansen. 1995. “Requirement for carotenoids in fish diets”. *Journal of Applied Ichthyology* 11: 225–230.
- ³³Latscha, T. 1990. *Carotenoids -- their nature and significance in animal feeds*. Basel: F.Hoffmann -- La Roche Ltd. 45 p.
- ³⁴Kusmiati, N. W. S. Agustini, S. R. Tamat, dan M. Irawati. 2010. Ekstraksi dan purifikasi senyawa lutein dari mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* galur lokal ink. *Jurnal Kimia Indonesia* 5(1): 30–34.
- ³⁵Satyani, D., dan S. Sugito. 1997. “Astaxantin sebagai suplemen pakan untuk peningkatan warna ikan hias. *Warta Penelitian dan Perikanan Indonesia* 3(1): 6–8.
- ³⁶Valesco-Santamaria, Y., and W. Correrdo-Santamaria. 2011. Nutritional requirement of fresh water ornamental fish: a review. *REVISTA MVZ CòRDOBA* 16(2): 2458–2469.
- ³⁷Chapman, F. A. 2000. Ornamental fish culture, fresh water. Dalam Stickney, R. R. (Ed.). *Encyclopedia of aquaculture*. pp. 602–610. New York: John Wiley and Sons.
- ³⁸Chapman, F. A., S. A. Fitz-Coy, E. M. Thunberg, and C. M. Adams. 1997. United states trade in ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 28: 1–10.